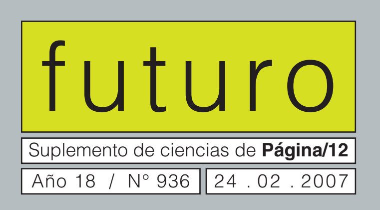


Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 18 / N° 936 | 24 . 02 . 2007

BIOLOGIA

Biografía no autorizada del gusano más famoso (y menos reconocido) de la ciencia



Considerado, junto a la mosca *Drosophila*, uno de los organismos más estudiados de la ciencia, el gusanito *Caenorhabditis elegans* espera hace tiempo su monumento: a partir de él se edificó la biología moderna, sirve de modelo ideal de experimentación ya que comparte muchos genes y sistemas con el ser humano, fue el primer organismo multicelular en contar con su genoma totalmente secuenciado, sobrevivió a la explosión del transbordador Columbia en 2003 y, como si fuera poco, abrió las puertas para el estudio científico de la prolongación de la vida. ¿Qué más se le puede pedir?

Biografía...

POR FEDERICO KUKSO

Si hay algo de cierto en aquella remanida expresión que desliza que la historia la escriben los vencedores, el nombre del gusano *Caenorhabditis elegans* debería figurar o bien en la primera página o bien encabezando los agradecimientos. Con mucho disimulo pero a un paso firme (de aquellos que dejan huellas), este bichito resbaladizo de un milímetro de largo y casi invisible a simple vista desempeñó (y desempeña) un rol protagónico en la genómica en particular y en la biología en general.

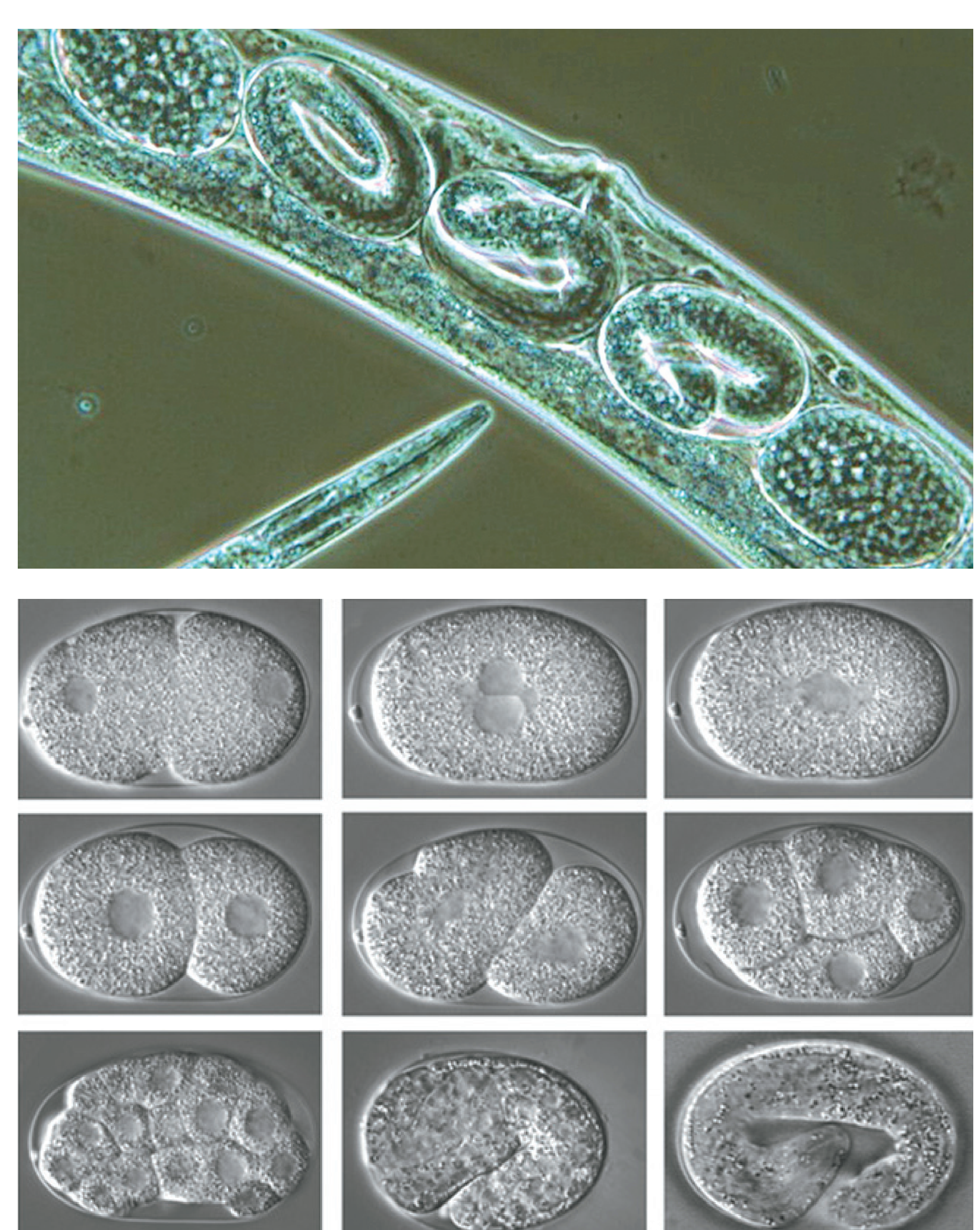
El salto a la fama lo dio hace 42 años y lo hizo tal cual varias megaestrellas del firmamento mediático: como modelo. Su "descubridor" (o más bien, el forjador de su éxito) fue ni más ni menos que el sudafricano Sydney Brenner, uno de los fundadores de la biología molecular, que en 1965 –casi diez años después del descubrimiento de la estructura del ADN– lo eligió entre miles de organismos como modelo de experimentación para estudiar el sistema nervioso y el cerebro humano. "La gente pensó que estaba loco", confiesa el científico de Cambridge, Inglaterra. Ahora sabe –como el resto de sus colegas– que no se equivocó.

El gusanito o nemátodo (gusano redondo), más conocido por su nombre abreviado "*C. elegans*" –como si fuera una estrella de rock que muda de nombre o apodo al ritmo del cambio de las estaciones– reunía todas las características para convertirse en el espécimen *casi* ideal: tiene músculos, nervios, órganos sexuales e intestinos, reacciona al tacto, poseen un tubo digestivo a lo largo de su cuerpo y reconoce olores. Y hace todo esto con sólo 19.099 genes (40 por ciento son comunes al hombre), un poco más de la mitad del número de genes con que, según se estima, cuenta el ser humano.

El *C. elegans* era perfecto: tiene muchas células (pero no tantas: entre 959 y 1031, la mayoría nerviosas) como para analizar el origen y destino de cada una de ellas. Y su ciclo vital es corto como para generar grandes cantidades. O sea, un combo de ingredientes que superan con creces los beneficios que pueden aportar bacterias, levaduras u otros organismos unicelulares en los cuales los científicos –de la rama que sea– descargan todo su arsenal de experimentos e hipótesis.

De pronto, Brenner se dio cuenta de que no estaba solo. No era el único que trabajaba con este gusano multifuncional que vive en ambientes templados. La bola de rumores comenzó a correr y, de un día para el otro, no eran decenas ni cientos de científicos que compraban a agricultores cientos de ejemplares de *C. elegans*. Eran miles. Orgullosos de sus bichitos, se llamaron a sí mismos "la gente gusano".

"Me interesaba el sistema nervioso, y pensé que era importante estudiarlo de un modo que se pudiera resumir en la forma de un diagrama de cableado –confesó años más tarde Brenner–. El plan no consistía en relacionar directamente a los genes con el comportamiento, sino en separar el problema en dos preguntas: una pregunta de desarrollo ('¿Cómo construyen los genes sistemas nerviosos?') y una pregunta fisiológica ('¿Cómo los sistemas nerviosos o cerebros generan conductas?')."



LAS FASES DE LA VIDA: EL C. ELEGANS VIVE SOLO 21 DIAS EN LOS QUE PUEDE ENGENDRAR HASTA 300 LARVAS.

UN MONUMENTO AHI

En un primer momento, Brenner y lo suyos se orientaron a estudiar cómo los genes pueden especificar las estructuras complejas que se encuentran en los organismos superiores, o lo que es lo mismo: cómo los genes crean órganos, huesos o piel, y especifican su función. La biología del desarrollo era una moda y el sudafricano había sido uno de los principales responsables de ello.

Sin saberlo habían iniciado el camino que concluyó en junio de 2000 con el desciframiento del genoma humano. Así es: la secuenciación del genoma humano arrancó con el estudio de un gusanito anónimo, casi cualquiera que le gusta vivir entre las plantas en estado de putrefacción.

La invención de la tecnología para clonar y secuenciar el ADN a mediados de los '70 aceleró más las investigaciones. El paso siguiente fue la identificación de todas sus 1090 células, cada una etiquetada con una función.

"De un modo maravilloso, los gusanos son como humanos en miniatura. Estudiando los genes que se requieren para hacer músculos de gusano, podemos aprender acerca de los genes responsables de construir nuestros músculos: son idénticos", admite ahora John Sulston, ex colaborador de Brenner.

Sus particularidades son de por sí llamativas. Por empezar, los ejemplares de *C. elegans* tienen dos sexos: hermafrodita (que se fertilizan a sí mismos) y macho (menos del 0,05% del total). Cuentan con una boca (o estoma), faringe, intestinos, gónadas y una cutícula de colágeno. Y mientras los hermafroditas poseen dos ovarios, oviductos, una cavidad para almacenar el esperma y un útero, los machos tienen una sola gónada, vasos deferentes y una cola especializada para la cópula.

Son extremadamente prolíficos si se tiene en cuenta su corta vida (de dos a tres semanas): cada adulto hermafrodita coloca en promedio entre 200 y 300 huevos. Y a lo largo de su desarrollo cada nuevo miembro de la especie atraviesa por cuatro estados larvarios –de dos o tres días– antes de poder gozar de los derechos de la adultez. A lo largo de sus 21 días de vida, atraviesan por los mismos procesos biológicos que todos los seres humanos: crecen, comen, se reproducen, envejecen y mueren.

La evolución y la selección natural le propiciaron estrategias para sobrevivir a períodos extremos. Por ejemplo, en caso de sobrepoblación o ausencia de alimento, la larva puede entrar en una especie de hibernación, momento durante el cual resiste al estrés y no envejece.

IGUALES Y DISTINTOS

El *C. elegans* llegó a la cumbre, al cenit del estrellato, en diciembre de 1998 cuando se secuenció completamente su genoma. Era la primera vez que se tenía acceso al libro completo de instrucciones para hacer un animal.

Fue en realidad un trabajo completo a medias, pues su versión totalmente corregida vio la luz recién en octubre de 2002. Considerado una tabla periódica de los elementos biológicos, un mapa, un libro de la vida, su genoma dejaba al descubierto una catarata de secretos, datos hasta ese entonces difusos: de un día al otro cayó la noticia de que el gusanito de nombre elegante poseía cerca de 97 millones de bases nitrogenadas, más de 19.000 genes (19.099 genes que codifican la producción de proteínas, y otros 800 genes con funciones desconocidas), seis pares de cromosomas, incluyendo un par de cromosomas sexuales (los hermafroditas poseen un par con cromosomas iguales, XX).

Su publicación fue un momento extático y cargado de efervescencia para muchos. "Vamos a proporcionar a los biólogos una nueva herramienta poderosa para poder experimentar y comprender mejor el funcionamiento de los genomas", aseguraba por entonces Robert Waterston, uno de los autores del estudio que irrumpió en la tapa de la revista *Science*.

Además de describir las intimidades estructurales del gusano, su genoma más bien hablaba de sus parientes lejanos (si tenemos en claro que *todos* los organismos de la Tierra surgieron de una *sola* célula): comparando sus 97 millones de bases nitrogenadas, las levaduras tienen 12 millones de bases; la mosca Drosophila, 180 millones; ratones y humanos, 3000 millones. Según los investigadores, aproximadamente un 36% de los genes del *C. elegans* son idénticos a los de otros organismos, incluyendo a los seres humanos. Y más: se observó también que la estructura de los cromosomas del gusano se parece mucho más a la de los seres humanos que la de las bacterias o la levadura. "Simplicidad por afuera, complejidad por dentro", parecería ser el lema biológico del *C. elegans*.

Los caminos a los que condujo son impresionantes. Entre tantos otros, impulsó una mejor comprensión de los mecanismos de enfermedades como el Mal de Alzheimer, la apoplejía, el cáncer, la retinitis pigmentosa, diabetes y enfermedades renales. Es que los humanos con el *C. elegans* nos parecemos en más de lo que se cree. Por empezar compartimos varios genes: el Alzheimer de inicio precoz suele ser causado por la mutación de un solo gen humano –PS1, gen presenilin número uno–, similar a otros cuatro genes, tres de los cuales también se encuentran en *C. elegans*. (Se llegó incluso a sustituir el gen humano PS1 con un gen similar en *C. elegans* y demostraron que el gen humano funciona bien en el gusano.)

Por sus investigaciones con este gusanito, Sydney Brenner, John Sulston y H. Robert Horvitz, del Massachusetts Institute of Technology (MIT) recibieron el Premio Nobel de Medicina o Fisiología 2002.

PASAJE DE IDA Y VUELTA

No conformes con estudiarlos en la Tierra, los científicos se empecinaron en observarlos en el espacio, en un estado de gravedad cero. Pero antes de mandarlos a bordo de un transbordador, los sometieron a los más variados experimentos como base de un estudio aún mayor para analizar las respuestas de los seres vivos al vuelo espacial, desde el punto de vista de la genética, la biología molecular, y a nivel del organismo.

La NASA los adoptó como nuevos conejillos de Indias y se hizo un banquete con ellos. Con una cámara en miniatura y un sistema de videograbación diseñados por estudiantes de ingeniería de la Universidad Harvey Mudd de California, Estados Unidos, se comprobó que estos pequeños gusanos sobreviven hasta en circunstancias extremas como, por ejemplo, a fuerzas de 100 veces la gravedad terrestre, fatales hasta para el más fuerte y decidido de los seres humanos.

"Observando los cambios que ocurren en la transición de hipergravedad a la gravedad normal de 1 G, presumimos que podremos predecir los cambios resultantes de la ausencia casi total de gravedad que experimentan astronautas en vuelo", explicó la bióloga e investigadora principal Catharine Conley del Centro de Investigación NASA Ames.

De extensión diminuta y de multiplicidad variable, no pasó mucho tiempo para que se los mandase a órbita. En su vuelo, a bordo del transbordador espacial Columbia, se observó que los cultivos se reprodujeron normalmente sin cambios visibles a nivel morfológico.

Sin embargo, un evento de escala mayor sepultó en el olvido la noticia. El estallido del transbordador Columbia en su regreso a la Tierra el 1 de febrero de 2003 trepó, como era de esperar, a las primeras planas de diarios y canales de todo el mundo, en una especie de revival, un *déjà vu* de la trágica explosión del también transbordador Challenger en 1986.

Pero sólo fue una cuestión de tiempo para que los gusanitos volvieran otra vez a ser noticia: semanas después del gran estallido, investigadores de la agencia espacial norteamericana hallaron entre los restos de la nave que cayeron sobre el estado de Texas los contenedores que cargaban a los *C. elegans*. Estaban todos vivos.

Los únicos sobrevivientes del Columbia en realidad no eran los mismos *C. elegans* que habían subido a la nave. Eran más bien la cuarta generación.

AÑOS DE BUENA VIDA

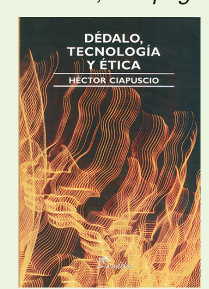
Los gusanitos *C. elegans* pusieron y ponen el cuerpo para los más variados experimentos, como los estudios de dependencia a la nicotina pues, según se corroboró, en ciertos estados desarrollan los mismos síntomas que los humanos cuando dejan de fumar. Aun así, tal vez el experimento más famoso de todos sea el que tiene como objetivo la búsqueda de la inmortalidad.

Obviamente, esta línea de investigación está en pañales. Pero está. A través de ciertas mutaciones genéticas y administrándoles fármacos antioxidantes ya se consiguió prolongar la vida de *C. elegans* casi un 50%. "Con estos trabajos no deseamos en absoluto poner a punto y comercializar una nueva versión del elixir de la eterna juventud", advirtió una de las cabezas más visibles del experimento, el biólogo molecular francés Bernard Malfroy. Su recomendación fue en vano. El *C. elegans* ya había abierto las puertas de la esperanza.

Si la biología moderna se construyó sobre el estudio del *C. elegans*, tal vez el descubrimiento de la inmortalidad esté también *en* ellos. Al fin y al cabo, estos gusanos comparten nuestro secreto.

LIBROS Y PUBLICACIONES

DEDALO, TECNOLOGIA Y ETICA
Héctor Ciapuscio
Eudeba, 256 págs.



Aunque se quiera con todas las fuerzas, es una época difícil para ser ludita: rodeados y perseguidos por la tecnología las 24 horas del día, los siete días de la semana, las máquinas y sus vástagos dejaron de ser una opción para volverse una necesidad, un camino que nadie ni por asomo puede darse el lujo de esquivar. El ludismo –o sea, aquella corriente que explotó a la par de la revolución industrial con los destructores de máquinas y sus líderes inexistentes– caducó como filosofía de vida; ahora es una *pose*: un discurso que sólo oficia de amparo o de paraguas del que se aferran quienes despotrican contra los artefactos técnicos como si fueran el mal mismo sobre la Tierra.

Además de ofertas diarias de confort, la tecnología últimamente reproduce y amplifica miedos apocalípticos que siempre circularon y ahora se palpan en la superficie con una mayor notoriedad. En su último libro, *Dédalo, tecnología y ética*, Héctor Ciapuscio (doctor en filosofía y profesor honorario de la Universidad de Buenos Aires) plantea la pregunta que ya de por sí muchos intelectuales se están haciendo: ¿está nuestra tecnología fuera de control? Sin prender alarmas ni tomar mucho partido en el asunto, el autor presenta una realidad en plena aceleración: las tres tecnologías del siglo XXI –genética, nanotecnología, robótica– están acumulando tanto poder que en cualquier momento podrán engendrar en manos de individuos o grupos pequeños nuevas catástrofes aún no imaginadas.

Colección de artículos publicados oportunamente en distintos medios, el libro de Ciapuscio no es más que un compendio de historias mínimas con grandes mensajes. Pese a ciertos errores llamativos en la edición (repetición de datos, testimonios y aclaraciones que sorprenden por el desliz en la lectura), esta serie de relatos de avances tecnológicos (y los dilemas éticos que engendran) resalta más por lo que pretende ser: un panorama premonitorio –y de estructura coral– de los peligros que la tecnología cosecha y que dentro de algunos años ya estarán lo suficientemente maduros como para estallar.

F. K.

AGENDA CIENTIFICA

ETNOGRAFIA
Durante marzo el Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti, de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA), ofrecerá las siguientes visitas guiadas: sábado 3 a las 16 "Historias lejanas: Un viaje imaginario a través de relatos folklóricos de todo el mundo y algunos objetos"; domingo 4 a las 16, "Platería mapuche, mucho más que joyas"; sábado 10 "Sobre alfareras y alfareros". Moreno 350. Informes: 43317788/43458196, *etnovis@filo.uba.ar*, *www.museoetnografico.filo.uba.ar*

JORNADA PHILIP K. DICK
La Fundación Ciudad de Arena y Editorial Minotauro invitan a la charla-debate sobre la vida y obra del escritor de ciencia ficción Philip K. Dick –en ocasión del 25º aniversario de su muerte– el jueves 1º de marzo a las 19.30. Participarán los especialistas Gabriel Guralnik y Pablo Capanna. Boutique del Libro, Thames 1762, Palermo. Entrada libre y gratuita.

futuro@pagina12.com.ar

ASTRONOMIA: EL SABADO QUE VIENE HABRA ECLIPSE TOTAL DE LUNA



Una sombra ya pronto serás

POR MARIANO RIBAS

Ya nada puede evitarlo: en estos días, la Luna está marchando derechito hacia el cono de sombra que la Tierra proyecta hacia el espacio. Viaja a 3600 km/hora, y justo el sábado 3 de marzo a la tarde se sumergirá de lleno en esa enorme trampa de oscuridad. Y entonces, durante unos hipnóticos 74 minutos, quedará convertida en un pálido fantasma circular de color rojizo-anaranjado. Sí: dentro de siete días habrá eclipse total de Luna. Un espectacular show astronómico que no ocurría desde el 27 de octubre de 2004. Hace 28 meses.

GEOMETRIA CELESTE

Los eclipses lunares se hacen rogar. Y mirando un poco la geometría del asunto, se entiende bien por qué: por empezar, la órbita de la Luna está un poco inclinada con respecto a la terrestre (casi 5º). Por lo tanto, en cada una de sus vueltas alrededor de la Tierra, nuestro satélite *suele* pasar por "debajo" o por "arriba" de su cono de sombra. Y nada raro pasa: la Luna sigue recibiendo la luz del Sol sin problemas. Sí, suele, porque muy de tanto en tanto, las piezas quedan colocadas de tal modo que la Luna sí cae dentro del cono de sombra terrestre. O lo que es lo mismo, el Sol, la Tierra y la Luna (en ese orden) forman una línea recta en el espacio. Y hay eclipse total de Luna (a veces, esa alineación no es tan exacta, y entonces tenemos un "eclipse parcial").

Eso por un lado. Pero resulta que, además, para ver semejante fenómeno, hay que estar en el lugar correcto. Es decir, en la mitad de la Tierra que, durante el fenómeno, está mirando hacia el satélite. Y bien, durante la noche del sábado próximo la Argentina estará en el lugar correcto y en el momento correcto.

CRONOGRAMA DEL ECLIPSE

Bueno, en el momento *casi* correcto, porque a decir verdad, y debido a nuestra posición geográfica, esta vez nos perderemos el comienzo del eclipse. Pero sólo eso. Veamos: en realidad, el fenómeno comenzará a las 18.30. Pero, por ejemplo, en Buenos Aires y alrededores, la Luna recién asomará por el horizonte del Este a las 19.25. Y ya eclipsada en un 75% por la redondeada sombra de la Tierra. Nada grave, porque lo mejor vendrá a continuación.

Con el correr de los minutos, la Luna irá ganando altura en el cielo, cada vez más eclipsada. Será una metamorfosis lenta e imparable. Un drama astronómico que, a lo largo de milenios, distintas culturas interpretaron como la huida, la desaparición, y hasta la misma muerte de la Luna. Un drama que alcanzará su clímax a partir de las 19.44, cuando el satélite quedará enteramente en las sombras. Habrá comenzado la famosa "totalidad" del eclipse. Durará exactamente 74 minutos, finalizando a las 20.58. Y aquí hace falta un párrafo aparte...

LUNA DE COLORES

Contra toda lógica, durante la "totalidad" la Luna no desaparece del cielo. En lugar de eso, queda convertida en un disco muy tenue y de un extrañísimo color. Algo parecido a un "té" no muy cargado. Y hasta con algún que otro tono ligeramente verdoso, y hasta plateado. Pero ¿por qué se la ve a pesar de todo? Hay una explicación: nuestra atmósfera desvía (o técnicamente, "refracta") algo de luz solar que recibe la Tierra hacia adentro de su cono de sombra. Y ese poquito de luz tiñe a la Luna de esos colores (que son, justamente, las longitudes de onda refractadas), salvándola de la oscuridad total. Colores raros, por cierto, que ni siquiera son siempre exactamente los mismos de un eclipse a otro. A veces, se la ve naranja brillante; otras, naranja más oscuro, e incluso, roja. Y en muy raras oportunidades, en un marrón tan apagado, que casi la borra del cielo. Esas variaciones no son arbitrarias, sino que dependen, justamente, del estado de nuestra atmósfera: cuanto más limpia esté, más anaranjada se verá la Luna durante un eclipse. Y cuanto más cargada de polvo (generalmente de origen volcánico), más oscura y amarronada. ¿Qué color tendrá la semana próxima? Nadie lo sabe y eso le agrega más dramatismo al asunto.

EL FINAL

La "totalidad" del eclipse de Luna se verá en todo el país, mas allá de algunas diferencias de posición en el cielo, provocadas por las variaciones de latitud y longitud. Y como vimos, finalizará puntualmente a las 20.58. Inmediatamente después comenzará la parte final del eclipse: la retirada de la Luna del cono de sombra. Minuto a minuto, ese disco pálido y colorido irá recuperando su tradicional e intensa luz blanca. Será una manera verdaderamente espectacular de ver su movimiento orbital alrededor de la Tierra "en tiempo real". Toda una experiencia aparte. A las 22.12 todo habrá finalizado: la Luna, ya completamente a salvo de la oscuridad, lucirá blanca y radiante.

MUCHO PARA VER

¿Y el próximo eclipse de Luna? Afortunadamente, esta vez no habrá que esperar 28 meses: nuestro satélite volverá a caer en nuestra trampa de sombra durante la madrugada del próximo 28 de agosto. Exactamente, a partir de las 4.52. Y en esa oportunidad, en vez de perdernos el comienzo, nos quedaremos sin ver el final. Pero no hay nada de que quejarse, porque volveremos a ver otra "totalidad". Otra Luna naranja (o del color que nos toque). La segunda en un año. Y qué año: en enero arrancamos con el impresionante cometa McNaught, el más brillante desde 1965. Ahora, eclipse total de Luna. En agosto, otro. Y por si fuera poco, en septiembre nos toca un gran eclipse parcial de Sol. A no dudarlo: astronómicamente hablando, 2007 será inolvidable.

OBSERVACIONES

El Planetario de la Ciudad de Buenos Aires instalará varios telescopios al aire libre para observar este inminente eclipse total de Luna. El evento es público y gratuito. La cita es el sábado 3 de marzo a las 19, junto al Planetario: Av. Sarmiento y Av. Figueroa Alcorta (bosques de Palermo). Se suspende si está nublado.

LA IMAGEN DE LA SEMANA

¿Cuánto puede decir una moneda de la vida de una persona? Tal vez poco y tal vez mucho al mismo tiempo. Sin fotografías de las que valerse para constatar que los retratos de tal o cual personaje histórico captaron en su totalidad la forma completa de una nariz, un mentón o una ceja, muchos historiadores recurren a la numismática para acumular argumentaciones y fortalecer sus juicios de valor. El último caso es el de Cleopatra y Marco Antonio, votados como "una de las parejas más románticas de la Historia", que, según una moneda antigua de plata del año 32 a.C. que exhibe la Universidad de Newcastle (Gran Bretaña), después de todo no eran tan hermosos y galantes como se los muestran en películas y libros. En la moneda, la gobernante egipcia (que reinó entre los años 69 y 30 a.C.) aparece con un mentón sobresaliente, labios muy delgados y nariz puntiaguda, mientras que Marco Antonio reluce ojos saltones, nariz prominente y cuello muy grueso. "La imagen de la moneda está lejos de ser como Elizabeth Taylor y Richard Burton", expresó la directora de museos arqueológicos de la Universidad, Lindsay AllasonJones. Un caso más de que la belleza es una cuestión de modas.